

Beschreibung

Verfahren zur Signalisierung eines Pfades an Funkstationen eines Funkkommunikationssystems

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung eines Pfades zwischen einer ersten und einer zweiten Funkstation eines Funkkommunikationssystems. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Funkeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

In Funkkommunikationssystemen werden Informationen (beispielsweise Sprache, Bildinformation, Videoinformation, SMS (Short Message Service), MMS (Multimedia Messaging Service) oder andere Daten) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle zwischen sender und empfangender Funkstation übertragen. Bei den Funkstationen kann es sich hierbei je nach konkreter Ausgestaltung des Funkkommunikationssystems um verschiedenartige teilnehmerseitige Funkstationen, Funkzugangspunkte oder Basisstationen handeln. Das Abstrahlen der elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen.

Funkkommunikationssysteme sind oftmals als zellulare Systeme z.B. nach dem Standard GSM (Global System for Mobile Communication) oder UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) mit einer Netzinfrastruktur bestehend z.B. aus Basisstationen, Einrichtungen zur Kontrolle und Steuerung der Basisstationen und weiteren netzseitigen Einrichtungen ausgebildet. Für das zellulare GSM-Mobilfunksystem werden Frequenzen bei 900, 1800 und 1900 MHz genutzt.

Außer diesen weiträumig organisierten (supralokalen) zellularen, hierarchischen Funknetzen gibt es auch drahtlose lokale Netze (WLANs, Wireless Local Area Networks) mit einem in der Regel räumlich deutlich stärker begrenzten Funkabdeckungsreich. Die von den WLAN-Funkzugangspunkten (AP: Access Point)

abgedeckten Zellen sind mit einem Durchmesser von bis zu einigen hundert Metern im Vergleich zu üblichen Mobilfunkzellen klein. Beispiele verschiedener Standards für WLANs sind Hi-
perLAN, DECT, IEEE 802.11, Bluetooth und WATM. Als lokale
5 funkgestützte Netze scheinen sich jedoch derzeit vor allem in den USA und Europa fast ausschließlich Produkte auf Basis der IEEE 802.11-Familie durchzusetzen.

In vielen WLANs können teilnehmerseitige Funkstationen über
10 einen oder mehrere Sprünge (Hop bzw. Multihop) direkt miteinander kommunizieren. Weiterhin können sie über WLAN-Funkzugangspunkte (AP: Access Point), welche in der Regel an andere Kommunikationsnetze angeschlossen sind, Daten versenden und empfangen. Die Anbindung einer teilnehmerseitigen
15 Funkstation an einen Funkzugangspunkt kann entweder direkt oder über Sprünge mit Datenweiterleitung durch andere Funkstationen erfolgen.

Allgemein wird für WLANs der nicht lizenzierte Frequenzbereich um 2,4 GHz genutzt, wobei die Datenübertragungsraten bei bis zu 11 Mbit/s liegen. Künftige WLANs können im 5 GHz Bereich betrieben werden und Datenraten von über 50 Mbit/s erreichen. Somit stehen den Teilnehmern der WLANs Datenraten zur Verfügung, die erheblich höher liegen, als diejenigen, 25 die von der dritten Mobilfunkgeneration (z.B. UMTS) angeboten werden.

Der Zugriff von Funkstationen auf die gemeinsamen Funkressourcen des Übertragungsmediums, wie zum Beispiel Zeit, Frequenz, Leistung oder Raum, wird bei Funkkommunikationssystemen durch Vielfachzugriffsverfahren (Multiple Access, MA) geregelt. Bei orthogonalen Frequenz-Vielfachzugriffsverfahren (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplex) wird ein
30 breites Frequenzband in eine Mehrzahl schmalbandiger Subbänder aufgeteilt. Den Funkstationen werden zur Kommunikation
35 eines, mehrere oder alle Subbänder zugewiesen.

In einem Adhoc-Modus eines Funkkommunikationssystems übertragen teilnehmerseitige Funkstationen Daten zueinander, ohne dass es der Weiterleitung dieser Daten durch eine zentrale Einrichtung bedarf. Die Verbindung zwischen zwei teilnehmer-
5 seitigen Funkstationen erfolgt dabei entweder direkt oder bei größeren Entfernung über weitere teilnehmerseitige Funksta-
tionen, die für diese Verbindung Relaisstationen bilden. Die teilnehmerseitigen Funkstationen eines solchen selbstorganisi-
sierenden Netzes können mobile teilnehmerseitige Funkstatio-
10 nen (beispielsweise Mobilfunkgeräte von Personen oder in Ver-
kehrsfahrzeugen) und/oder vorwiegend stationäre teilnehmer-
seitige Funkstationen (beispielsweise Computer, Drucker,
Haushaltsgeräte) sein.

15 Bevor es zur Übertragung von Daten zwischen zwei teilnehmer-
seitigen Funkstationen in einem Adhoc-Modus eines Funkkommuni-
kationssystems kommen kann, muss zuvor ein Pfad zwischen
diesen beiden Funkstationen ermittelt werden. Dieser verläuft
über eine Anzahl von Funkstationen, welche die Daten weiter-
20 leiten. Auch im Falle einer teilnehmerseitigen Funkstation
eines WLAN, welche sich außerhalb des direkten Funkabde-
ckungsbereichs des Funkzugangspunktes aufhält, muss ein Pfad
zwischen der teilnehmerseitigen Funkstation und dem Funkzu-
gangspunkt ermittelt werden, bevor eine Kommunikation zwi-
25 schen der teilnehmerseitigen Funkstation und dem Funkzugangs-
punkt stattfinden kann. Die Bestimmung eines Pfades durch ein
Funkkommunikationssystem wird als Routing bezeichnet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein effizientes
30 Verfahren zur Ermittlung eines Pfades in einem Funkkommunikationssystem, in welchem sich die Funkstationen eines Mehrträgerverfahrens zur Kommunikation bedienen, aufzuzeigen. Wei-
terhin soll eine Funkeinrichtung zur Durchführung des Verfah-
rens aufgezeigt werden.

35 Diese Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens wird durch ein Ver-
fahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegens-
tand von Unteransprüchen.

5 Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Ermittlung eines
Pfades zwischen einer ersten und einer zweiten Funkstation
eines Funkkommunikationssystems, wobei dieses Funkkommunika-
tionssystem neben der ersten und der zweiten Funkstation eine
oder mehrere weitere Funkstationen umfasst. Zur Kommunikation
10 zwischen den Funkstationen wird ein in eine Mehrzahl von Sub-
bändern aufgeteiltes Frequenzband verwendet. Den Funkstatio-
nen ist jeweils mindestens ein Subband des Frequenzbandes zur
Kommunikation zugewiesen. Der zu ermittelnde Pfad verläuft
über eine oder mehrere der weiteren Funkstationen, so dass
15 Informationen zwischen der ersten und der zweiten Funkstation
über den Pfad übertragbar sind. Der Pfad wird zumindest teil-
weise von einer Funkeinrichtung auf Anfrage der ersten Funk-
station bestimmt. Die Funkeinrichtung übermittelt dann der
ersten Funkstation zumindest Pfad-Identifikations-
20 information. Weiterhin übermittelt die Funkeinrichtung zumin-
dest einem Teil der Funkstationen des Pfades jeweils Pfad-
Identifikationsinformation und Funkstations-
Identifikationsinformation von zumindest einer anderen Funk-
station des Pfades und/oder von der ersten und/oder der zwei-
25 ten Funkstation und Subband-Information über mindestens ein
der mindestens einen zu der Funkstations-
Identifikationsinformation korrespondierenden Funkstation zu-
gewiesenes Subband.

30 Den Funkstationen des Funkkommunikationssystems sind im Rah-
men der Erfindung Subbänder zur Kommunikation untereinander
zugewiesen. Es ist möglich, dass Funkstationen existieren,
welchen aktuell keine Subbänder zugewiesen sind, so z.B. akt-
uell nicht eingebuchte Funkstationen oder Funkstation in ei-
35 nem speziellen Modus. Diese Funkstationen sind jedoch für die
Erfindung nicht von Relevanz, so dass hier nur diejenigen
Funkstationen betrachtet werden, welchen mindestens ein Sub-

band zur Kommunikation zugewiesen ist. Bezuglich der Art der Zuweisung der Subbänder zu den Funkstationen ist es möglich, dass den verschiedenen Funkstationen jeweils unterschiedliche Subbänder zugewiesen werden, oder auch, dass Subbänder mehreren Funkstationen gemeinsam zugewiesen werden.

Stellt die erste Funkstation an die Funkeinrichtung, welche z. B. durch eine Basisstation realisiert sein kann, eine Anfrage zur Ermittlung eines Pfades zu einer zweiten Funkstation, so bestimmt die Funkeinrichtung entweder alle Funkstationen des Pfades, d. h. alle Funkstationen, welche Informationen zwischen der ersten und der zweiten Funkstation weiterleiten, oder auch nur einen Teil dieser Funkstationen. Die Bestimmung von Funkstationen des Pfades in der Funkeinrichtung kann auch dadurch realisiert sein, dass die Funkeinrichtung die Anfrage an eine mit der Funkeinrichtung verbundene Einrichtung weiterleitet, welche die Funkstationen bestimmt und das Ergebnis an die Funkeinrichtung zurücksendet. Nach der Bestimmung der Funkstationen übermittelt die Funkeinrichtung allen von ihr bestimmten Funkstationen des Pfades oder einem Teil der von ihr bestimmten Funkstation des Pfades Informationen betreffend den Pfad, welche Pfad-Identifikationsinformation und Funkstations-Identifikationsinformation und Subband-Information umfassen.

Die Anfrage der ersten Funkstation kann direkt oder über andere Funkstationen an die Funkeinrichtung gesendet werden. Bei dem zu ermittelnden Pfad kann es sich z.B. um einen Pfad zwischen einer teilnehmerseitigen Funkstation und einem Funkzugangspunkt eines WLAN oder um einen Pfad zwischen zwei teilnehmerseitigen Funkstationen in einem Adhoc-Modus des Funkkommunikationssystems handeln.

In Weiterbildung der Erfindung übermittelt die Funkeinrichtung der ersten Funkstation zusätzlich Funkstations-Identifikationsinformation der ihr in Pfadrichtung von der ersten zu der zweiten Funkstation benachbarten Funkstation

des Pfades und Subband-Information über mindestens ein dieser benachbarten Funkstation zugewiesenes Subband. Somit werden der ersten Funkstation Informationen gesendet über ihre einzige benachbarte Funkstation des Pfades, und zwar Funkstation-
5 Identifikationsinformation und Subband-Information dieser einzigen Nachbarstation des Pfades. Weiterhin übermittelt die Funkeinrichtung jeder Funkstation des Pfades Pfad-
Identifikationsinformation, sowie Funkstation-
Identifikationsinformation der ihr in Pfadrichtung von der 10 ersten zu der zweiten Funkstation benachbarten Funkstation des Pfades oder im Falle der in Pfadrichtung von der ersten zu der zweiten Funkstation letzten Funkstation des Pfades der zweiten Funkstation, und Subband-Information über mindestens ein dieser benachbarten Funkstation zugewiesenes Subband. So-
mit wird an jede Funkstation des Pfades sowohl die Pfad-
Identifikationsinformation als auch eine Identifikationsin-
formation der benachbarten Funkstation des Pfades auf Seiten 15 der zweiten Funkstation gesendet. Da die der zweiten Funksta-
tion benachbarte Funkstation des Pfades keine benachbarte
20 Funkstation des Pfades auf Seiten der zweiten Funkstation aufweist, wird dieser die Funkstation-
Identifikationsinformation der zweiten Funkstation gesendet.
Somit ist allen Funkstationen des Pfades die Identifikations-
information derjenigen Funkstation bekannt, an welche sie Da-
25 ten, die von der ersten zu der zweiten Funkstation gesendet werden sollen, weiterleiten soll. Zusätzlich wird jeder Funk-
station des Pfades Subband-Information dieser Funkstation, an welche Daten von der ersten zu der zweiten Funkstation wei-
terzuleiten sind, übermittelt.
30 Vorteilhafterweise übermittelt die Funkeinrichtung jeder Funkstation des Pfades zusätzlich Funkstations-
Identifikationsinformation der ihr in Pfadrichtung von der zweiten zu der ersten Funkstation benachbarten Funkstation
35 des Pfades oder im Falle der in Pfadrichtung von der zweiten zu der ersten Funkstation letzten Funkstation des Pfades der ersten Funkstation, und Subband-Information über mindestens

ein dieser benachbarten Funkstation zugewiesenes Subband. Hiermit werden somit Informationen über die Nachbarfunkstationen auf Seiten der ersten Funkstation übertragen. Da die der ersten Funkstation benachbarte Funkstation des Pfades keine 5 benachbarte Funkstation des Pfades auf Seiten der ersten Funkstation aufweist, wird dieser Funkstation Funkstations-Identifikationsinformation der ersten Funkstation übermittelt. Somit werden an alle Funkstationen des Pfades Funkstations-Identifikationsinformation und Subband-Information der 10 jenigen Funkstation übermittelt, an welche Daten weiterzuleiten sind, die von der zweiten zu der ersten Funkstation über den Pfad übertragen werden.

Es ist möglich, dass die Funkeinrichtung der zweiten Funkstation 15 zumindest Pfad-Identifikationsinformation übermittelt. In Ausgestaltung der Erfindung übermittelt die Funkeinrichtung der zweiten Funkstation zusätzlich Funkstations-Identifikationsinformation der ihr in Pfadrichtung von der zweiten zu der ersten Funkstation benachbarten Funkstation 20 des Pfades und Subband-Information über mindestens ein dieser benachbarten Funkstation des Pfades zugewiesenes Subband. So mit werden der zweiten Funkstation Informationen über ihre einzige benachbarte Funkstation des Pfades gesendet, wobei 25 diese Informationen für eine Versendung von Daten von der zweiten Funkstation zu der ersten Funkstation über den Pfad von Relevanz sind.

In einer Weiterbildung der Erfindung sind die Funkstationen 30 des Funkkommunikationssystems in Gruppen zusammengefasst und die Funkstationen des Teils der Funkstationen des Pfades, welchen die Funkeinrichtung Pfad-Identifikationsinformation, Funkstations-Identifikationsinformation und Subband-Information übermittelt, gehören jeweils einer unterschiedlichen Gruppe an. Vorteilhafterweise sind jeder Gruppe voneinander 35 unterschiedliche Subbänder zur Kommunikation zugewiesen. Die Funkeinrichtung übermittelt die Pfad-Identifikationsinformation, Funkstations-

Identifikationsinformation und Subband-Information nicht an mehrere Funkstationen einer Gruppe. In diesem Fall ist es möglich, dass die Funkeinrichtung lediglich einen Teil des zu ermittelnden Pfades bestimmt, indem sie eine Anzahl von Gruppen 5 auswählt, über welche der Pfad verlaufen soll und jeweils einer Funkstation der ausgewählten Gruppen die jeweilige Pfad-Identifikationsinformation, Funkstations-Identifikationsinformation und Subband-Information überträgt.

10 Es ist vorteilhaft, wenn sich die der Funkstation oder den Funkstationen des Teils der Funkstationen übermittelte Funkstations-Identifikations-information und Subband-Information auf die ihnen in Pfadrichtung von der ersten zu der zweiten Funkstation nächste Funkstation des Teils der Funkstationen oder bei der in Pfadrichtung von der ersten zu der zweiten Funkstation letzten Funkstation des Teils der Funkstation auf die zweite Funkstation beziehen. Somit sendet die Funkeinrichtung der oder den von ihr ausgewählten Funkstationen jeweils die Informationen über die benachbarte ausgewählte Funkstation auf Seiten der zweiten Funkstation. Da die ausgewählte Funkstation, welche die letzte ausgewählte Funkstation in Richtung der zweiten Funkstation ist, keine solche benachbarte Funkstation des Pfades aufweist, werden dieser die Funkstations-Identifikationsinformation und Subband-Information der zweiten Funkstation übermittelt. Somit ist der ausgewählten Funkstation oder den ausgewählten Funkstationen die Information bekannt, welche sie zur Weiterleitung von Daten, welche von der ersten zu der zweiten Funkstation über den Pfad versendet werden sollen, an die nächste Gruppe in Richtung der zweiten Funkstation benötigen.

15 Zusätzlich können sich die der Funkstation oder den Funkstationen des Teils der Funkstationen übermittelte Funkstations-Identifikations-Information und Subband-Information auf die ihnen in Pfadrichtung von der zweiten zu der ersten Funkstation nächsten Funkstation des Teils der Funkstationen oder bei der in Pfadrichtung von der zweiten zu der ersten Funk-

station letzten Funkstation des Teils der Funkstationen auf die erste Funkstation beziehen. Hierbei werden der oder den ausgewählten Funkstationen somit Informationen übermittelt, welche bei einer Datenübertragung von der zweiten zu der ersten Funkstation von Relevanz sind.

In Ausgestaltung der Erfindung übermittelt mindestens eine Funkstation des Teils der Funkstationen ihr von der Funkeinrichtung übermittelte Pfad-Identifikationsinformation und/oder Funkstations-Identifikationsinformation und/oder Subband-Information an mindestens eine Funkstation ihrer Gruppe, an welche keine Pfad-Identifikationsinformation, Funkstations-Identifikationsinformation und Subband-Information von der Funkeinrichtung übermittelt wurde, weiter. So kann z. B. diejenige Funkstation einer Gruppe, an welche die Informationen bezüglich des Pfades von der Funkeinrichtung gesendet wurden, eine andere Funkstation ihrer Gruppe auswählen, welche Daten an die Nachbargruppe des Pfades weiterleiten soll. Hierzu übermittelt sie dieser Funkstation die ihr von der Funkeinrichtung übermittelten Informationen über den Pfad, d.h. Pfad-Identifikationsinformation, Funkstations-Identifikationsinformation der ausgewählten Funkstation der benachbarten Gruppe, und die dazugehörige Subband-Information.

Es ist vorteilhaft, wenn die Funkeinrichtung der ersten Funkstation und/oder der zweiten Funkstation und/oder zumindest einer Funkstation des Pfades bei der Übermittlung der Pfad-Identifikationsinformation mindestens ein Subband zuweist. Diese Zuweisung von mindestens einem Subband kann aus einer erstmaligen Zuweisung eines Subbandes bestehen, oder auch aus einer Änderung eines zuvor zugewiesenen Subbandes. So können mit der Übermittlung der Informationen über den von Funkeinrichtung bestimmten Pfad Funkressourcen für eine Datenübertragung von der ersten zu der zweiten Funkstation in geeignetem Umfang an Funkstationen des Pfades vergeben werden. Die Zuweisung des mindestens einen Subbandes kann hierbei in der

gleichen Nachricht wie die Pfad-Identifikationsinformation oder auch in einer separaten Nachricht, welche vor oder nach der Pfad-Identifikationsinformation versendet wird, erfolgen.

5 Die obengenannte Aufgabe hinsichtlich der Funkeinrichtung wird durch eine Funkeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

Die erfindungsgemäße Funkeinrichtung weist Mittel zum Speichern von Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Funkstationen eines Funkkommunikationssystems auf. Somit kann die Funkeinrichtung die aktuelle Topologie des Netzwerkes speichern. Hierzu übertragen die einzelnen Funkstationen vorteilhafterweise Informationen über von ihnen ermittelte Nachbarfunkstationen an die Funkeinrichtung. Weiterhin weist die Funkeinrichtung Mittel zum jeweiligen Zuweisen von Subbändern eines für die Kommunikation zwischen den Funkstationen verwendeten Frequenzbandes zu mindestens einem Teil der Funkstationen auf, sowie Mittel zum Speichern von Informationen über die den Funkstationen zugewiesenen Subbänder. Weiterhin umfasst die erfindungsgemäße Funkeinrichtung Mittel zum Bestimmen von zumindest Teilen eines Pfades zwischen einer ersten und einer zweiten Funkstation auf Anfrage, wobei der Pfad über eine oder mehrere der weiteren Funkstationen verläuft, so dass Informationen zwischen der ersten und der zweiten Funkstation über den Pfad übertragbar sind. Schließlich weist die Funkeinrichtung Mittel zum Versenden von Informationen an mindestens eine Funkstation des Pfades auf, wobei diese Informationen Pfad-Identifikationsinformation des bestimmten Pfades, Funkstations-Identifikationsinformation von zumindest einer anderen Funkstation des Pfades oder der zweiten Funkstation, sowie Subband-Information über mindestens ein der mindestens einen zu der Funkstation-Identifikationsinformation korrespondierenden Funkstation zugewiesenes Subband.

Die erfindungsgemäße Funkeinrichtung eignet sich insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Hierzu kann sie weitere geeignete Mittel umfassen.

5 Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigen

Figur 1: einen ersten Pfad durch ein Funkkommunikationssystem,

10

Figur 2: einen zweiten Pfad durch ein Funkkommunikationssystem,

15

Figur 3: eine erfindungsgemäße Funkeinrichtung in Form einer Basisstation.

Figur 1 zeigt ein Funkkommunikationssystem in Form eines WLAN, welches die Mobilstationen MN10, MN11, MN12, MN13, MN20, MN21, MN22, MN23, MN24, MN30 und MN 31 umfasst, und einen Funkzugangspunkt AP. Der Funkzugangspunkt AP ist an ein Netzwerk NET2 angebunden, welches den Mobilstationen des WLAN die Kommunikation mit anderen Kommunikationssystemen und Datennetzen ermöglicht. Weiterhin ist in Figur 1 eine Basisstation BS eines zellularen Mobilfunkkommunikationssystems mit ihrer durch ein Sechseck angedeuteten Funkzelle dargestellt. Die Basisstation BS ist mit einem Kernnetz NET1 verbunden, welches wiederum eine Verbindung zu dem Netzwerk NET2 des WLAN aufweist. Bei dem zellularen Mobilfunkkommunikationssystem kann es sich zum Beispiel um ein System nach dem Standard GSM oder UMTS handeln.

Die Verbindung der Mobilstationen MN10, MN11, MN12, MN13, MN20, MN21, MN22, MN23, MN24, MN30 und MN 31 mit dem zellularen Mobilfunkkommunikationssystem ermöglicht einen ununterbrochenen Funkkontakt der Mobilstationen, unabhängig von ihrer Mobilität und ihrem Aufenthaltsort. Diese kann immer dann als Rückzugsposition verwendet werden, wenn keine Funkabde-

ckung durch ein WLAN vorliegt. WLANs werden im Bereich des zellularen Mobilfunkkommunikationssystems errichtet, um z.B. den Mobilstationen den breitbandigen Funkzugang zum Internet über Funkzugangspunkte wie den Funkzugangspunkt AP zu ermöglichen. Typischerweise weisen Funkzugangspunkte eine stark begrenzte Sendeleistung wie z.B. 1W im 2GHz- oder 5GHz-Bereich auf, so dass ihr Funkabdeckungsbereich sich maximal auf mehrere hundert Meter erstreckt. Außerhalb dieses direkten Funkabdeckungsbereiches der Funkzugangspunkte werden Daten von oder zu den Funkzugangspunkten über mehrere Hops durch die Mobilstationen übertragen.

Im folgenden wird davon ausgegangen, dass das WLAN ein OFDM-Übertragungsverfahren verwendet. Hierbei wird ein Frequenzband in eine Anzahl von Subbändern aufgeteilt. Die Subbänder werden dann dynamisch den teilnehmerseitigen Mobilstationen zur Kommunikation zugewiesen. Einer Mobilstation kann hierbei eines oder mehrere Subbänder zugewiesen werden, wobei die Subbänder dann von der Mobilstation in der Regel zur Versendung von Daten an benachbarte Mobilstationen verwendet werden. Es ist jedoch auch möglich, zur Versendung von Daten an eine benachbarte Mobilstation die dieser Mobilstation zugewiesenen Subbänder zu verwenden.

25 Im betrachteten Beispiel der Figur 1 beabsichtigt die Mobilstation MN11, Daten zu dem Funkzugangspunkt AP zu versenden. Da dieser sich außerhalb ihrer Funkreichweite befindet, muss zuvor ein Pfad zwischen der Mobilstation MN11 und dem Funkzugangspunkt AP ermittelt werden. Hierzu wird davon ausgegangen, dass die Basisstation BS die Nachbarschaftsbeziehungen unter den Mobilstationen, dass heißt die Topologie des Netzwerkes, kennt.

30 Sobald eine Mobilstation in den Funkabdeckungsbereichen der Basisstation BS gelangt, teilt die Basisstation BS dieser Mobilstation die zentrale Frequenz des zur Kommunikation innerhalb des WLAN verwendeten Frequenzbandes mit. Die Mobilstati-

onen in der Funkzelle der Basisstation BS senden in regelmäßigen Anständen Signalisierungsmeldungen aus, anhand derer sie von ihren Nachbarmobilstationen detektiert werden können. Die Aussendung dieser Signalisierungsnachrichten kann entweder für alle Mobilstationen auf einem gemeinsamen Subband erfolgen, oder die Basisstation BS weist den Mobilstationen jeweils verschiedene Subbänder zur Versendung der Signalisierungsnachrichten zu. Die neu in die Funkzelle der Basisstation BS hinzugekommene Mobilstation überwacht die Subbänder des Frequenzbandes, um ihre Nachbarmobilstation zu detektieren. Das Ergebnis der Detektion sendet sie zur Basisstation BS. Auch die anderen Mobilstationen versenden in regelmäßigen Zeitabständen Informationen über die von ihnen ermittelten Nachbarmobilstationen an die Basisstation BS. Auf diese Weise hat die Basisstation BS Kenntnis von der aktuellen Topologie des Netzwerkes. Im Anschluss an die Detektion von Nachbarmobilstationen durch die neu hinzugekommene Mobilstation weist die Basisstation BS dieser eines oder mehrere Subbänder zur Kommunikation mit benachbarten Mobilstationen zu.

Zur Ermittlung des Pfades zwischen der Mobilstation MN11 und dem Funkzugangspunkt AP sendet die Mobilstation MN11 eine Anfrage zur Basisstation BS. Diese bestimmt daraufhin einen geeigneten Pfad zwischen der Mobilstation MN11 und dem Funkzugangspunkt AP. Das Verfahren, welches die Basisstation BS ausgehend von der aktuellen Netzwerktopologie zur Bestimmung des Pfades anwendet, ist für das Verständnis der Erfindung nicht von Relevanz. Im Beispiel der Figur 1 umfasst der von der Basisstation BS bestimmte Pfad die Mobilstationen MN12, MN21 und MN23. Da es sich bei den Mobilstationen MN12, MN21 und MN23 des Pfades jeweils um benachbarte Mobilstationen handelt, können Informationen von der Mobilstation MN11 über die Mobilstationen MN12, MN21 und MN23 des Pfades an den Funkzugangspunkt AP über den Pfad übermittelt werden.

Nachdem die Basisstation BS die Mobilstationen MN12, MN21 und MN23 des Pfades bestimmt hat, werden diesen Mobilstationen

MN12, MN21 und MN23 geeignete Informationen über den Pfad übertragen, so dass eine Kommunikation zwischen der Mobilstation MN11 und dem Funkzugangspunkt AP stattfinden kann. Hierzu überträgt die Basisstation BS der Mobilstation MN11, den 5 Mobilstationen MN12, MN21 und MN23, sowie dem Funkzugangspunkt AP eine Identifikationsinformation des Pfades in Form einer Pfadnummer. Weiterhin wird den Mobilstationen eine Identifikationsinformation derjenigen Mobilstation übermittelt, an welche sie die Daten bei einer Kommunikation zwischen der Mobilstation MN11 und dem Funkzugangspunkt AP weiterleiten soll: der Mobilstation MN11 wird Identifikationsinformation der Mobilstation MN12 gesendet, der Mobilstation MN12 wird Identifikationsinformation der Mobilstation MN21 gesendet, der Mobilstation MN21 wird Identifikationsinformation der Mobilstation MN23 gesendet und der Mobilstation MN23 wird Identifikationsinformation der Empfängermobilstation, d.h. des Funkzugangspunktes AP, gesendet. Schließlich empfangen die Mobilstationen MN11, MN12, MN21, MN23 zusätzlich zur Identifikationsinformation der jeweils nächsten Mobilstation 10 Informationen über die dieser nächsten Mobilstation zugewiesenen Subbänder von der Basisstation BS. So empfängt die Mobilstation MN11 Informationen über die Subbänder der Mobilstation MN12, die Mobilstationen MN12 über die Subbänder der Mobilstationen MN21, die Mobilstation MN21 über die Subbänder 15 der Mobilstationen MN23, und die Mobilstation MN23 über die Subbänder des Funkzugangspunktes AP.

Weiterhin ist es möglich, dass die Basisstation BS den Mobilstationen MN11, MN12, MN21, MN23 zusammen mit der bisher beschriebenen Pfadinformation Informationen über die ihnen zugewiesenen Subbänder versendet. So kann die Basisstation BS z.B. der Mobilstation MN12 mitteilen, welche Subbänder von ihr zur Kommunikation verwendet werden können. Diese Zuweisung von Subbändern kann eine zuvor erfolgte Zuweisung bestätigen oder auch korrigieren. Eine Korrektur einer zuvor erfolgten Zuweisung ist z.B. dann sinnvoll, wenn eine Mobilstation entlang des Pfades bei einer Übertragung von Daten von 20 25

der Mobilstation MN11 zu dem Funkzugangspunkt AP feststellt, dass ihr Funkressourcen nicht in ausreichendem Maß zur Weiterleitung der Daten zur Verfügung stehen.

5 Die beschriebenen Routinginformationen können von der Basisstation BS wiederholt z.B. in regelmäßigen Abständen zur Bestätigung ausgesandt werden. Es ist jedoch auch möglich, dass der ermittelte Pfad von der Basisstation BS mit der Zeit modifiziert wird. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn

10 sich Mobilstationen des Pfades fortbewegen und somit nicht mehr als Relaisstationen fungieren können oder wenn neue Mobilstationen in die Nähe des Pfades hinzukommen, so dass ein geeigneterer Pfad existiert.

15 Aufgrund der von der Basisstation BS übermittelten Routinginformationen können Daten von der Mobilstation MN11 an den Funkzugangspunkt AP übertragen werden. Hierzu verwenden die Mobilstationen MN11, MN12, MN21 und MN23 die Identifikationsinformation des Pfades, so dass der jeweils folgenden Mobilstation bekannt ist, über welchen Pfad die Daten weiterzuleiten sind. Weiterhin kennt jede Mobilstation aufgrund der ihr übermittelten Identifikationsinformation ihre benachbarte Mobilstation entlang des Pfades, an welche die Daten weiterzuleiten sind. Diese Weiterleitung kann z.B. unter Verwendung

20 der Subbänder der benachbarten Mobilstation, an welche die Daten weitergeleitet werden, stattfinden. Es ist jedoch auch möglich, dass die Mobilstationen die ihnen zugewiesenen Subbänder zur Weiterleitung der Daten verwenden.

25

30 Figur 2 zeigt das bisher betrachtete Funkkommunikationssystem, wobei die Mobilstationen in Gruppen eingeteilt sind. Die Mobilstationen MN10, MN11, MN12 und MN13 sind Bestandteil der ersten Gruppe G1, die Mobilstationen MN20, MN21, MN22, MN23 und MN24 sind Bestandteil der zweiten Gruppe G2 und die Mobilstationen MN30 und MN31 sind Bestandteil dritten Gruppe G3. Jede Gruppe G1, G2, G3 weist eine zentrale Mobilstation MN10, MN20 und MN30 auf. Die zentralen Mobilstationen MN10,

35

MN20 und MN30 sind benachbart zu allen anderen Mobilstationen derselben Gruppe, so dass sie mit allen Mobilstationen der Gruppe kommunizieren können.

5 Die Basisstation BS weist einer Gruppe eine Anzahl an Subbändern zur Kommunikation zu, wobei diese Zuweisung an die zentrale Mobilstation der jeweiligen Gruppe erfolgt. Daraufhin weist die zentrale Mobilstation MN10, MN20 und MN30 einer jeden Gruppe die ihr von der Basisstation BS zugewiesenen Subbänder wiederum den einzelnen Mobilstationen ihrer Gruppe dynamisch zu. Zur Kommunikation zwischen den Gruppen bestimmt die zentrale Mobilstation einer jeden Gruppe eine Mobilstation, welche mit der zentralen Mobilstation der benachbarten Gruppe kommuniziert. Im Beispiel der Figur 2 bestimmt die 10 zentrale Mobilstation MN10 die Mobilstation MN13 zur Kommunikation mit der zentralen Mobilstation MN20 der Gruppe G2. Die zentrale Mobilstation MN20 bestimmt die Mobilstation MN23 zur Kommunikation mit der zentralen Mobilstation MN30 der dritten 15 Gruppe G3 sowie zur Kommunikation mit dem Funkzugangspunkt AP. 20

Im folgenden wird wieder der Fall betrachtet, dass die Mobilstation MN11 mit dem Funkzugangspunkt AP kommunizieren will. Hierzu sendet sie eine entsprechende Anfrage an die Basisstation BS. Die Basisstation BS bestimmt nun jedoch nicht den 25 vollständigen Pfad zwischen der Mobilstation MN11 und dem Funkzugangspunkt AP, sondern vielmehr nur die zentralen Mobilstationen entlang des Pfades. So bestimmt die Basisstation BS die Mobilstationen MN10 und MN20 als Bestandteile des Pfades zwischen der Mobilstation MN11 und dem Funkzugangspunkt AP. 30

Im Anschluss übermittelt die Basisstation BS Routinginformation an Mobilstationen. An die Mobilstation MN11 wird die Identifikationsinformation des Pfades übertragen. An die zentrale Mobilstation MN10 wird Identifikationsinformation des Pfades und Identifikationsinformation der nächsten zentralen 35

Mobilstation entlang des Pfades, d.h. Identifikationsinformation der Mobilstation MN20, übertragen. Da die Mobilstation MN20 keine benachbarte zentrale Mobilstation auf dem Pfad von der Mobilstation MN11 an den Funkzugangspunkt AP hat, wird
5 der Mobilstation MN20 neben der Identifikationsinformation des Pfades Identifikationsinformation der Empfängerstation, d.h. des Funkzugangspunktes AP, übermittelt.

10 Im Anschluss senden die zentralen Mobilstationen MN10 und MN20 an diejenigen Mobilstationen ihrer Gruppe Routinginformationen, welche Daten zur nächsten zentralen Mobilstation weiterleiten sollen. So überträgt die Mobilstation MN10 Identifikationsinformation des Pfades und Identifikationsinformation der Mobilstation MN20 sowie die der Mobilstation MN20
15 zugewiesenen Subbänder an die Mobilstation MN13. Ebenso überträgt die Mobilstation MN20 Identifikationsinformation des Pfades und Identifikationsinformation des Funkzugangspunktes AP an die Mobilstation MN23.

20 Somit können Daten von der Mobilstation MN11 über die zentrale Mobilstation MN10, die weiterleitende Mobilstation MN13, die zentrale Mobilstation MN20, und die weiterleitende Mobilstation MN23 an den Funkzugangspunkt AP übermittelt werden. Diese zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens
25 unterscheidet sich von dem oben beschriebenen dadurch, dass der Basisstation keine vollständigen Informationen über die jeder Mobilstation des WLAN zugewiesenen Subbänder vorliegen. Vielmehr hat die zentrale Mobilstation einer jeden Gruppe die vollständige Kenntnis der jeder Mobilstation ihrer Gruppe zugewiesenen Subbänder. Somit überträgt die Basisstation BS die
30 Informationen über den von ihr bestimmten Pfad nur an einen Teil der Mobilstationen des Pfades, nämlich die zentralen Mobilstationen, welche die zur Weiterleitung von Informationen über den Pfad benötigten Informationen an die weiterleitenden
35 Mobilstationen ihrer Gruppen übermitteln.

Zur Datenübertragung von der Mobilstation MN11 zu dem Funkzugangspunkt AP sendet die Mobilstation MN11 die Identifikationsinformation des Pfades zusammen mit den Daten an die zentrale Mobilstation MN10 ihrer Gruppe G1. Diese leitet die Daten unter Bezugnahme auf die Identifikationsinformation des Pfades an die Mobilstation MN13 weiter. Durch die Mobilstation MN13 erfolgt eine Weiterleitung an die zentrale Mobilstation MN20, welche die Daten über die Mobilstation MN23 an den Funkzugangspunkt AP übermittelt. Hierbei wird bei jeder Weiterleitung der Daten auf die Identifikationsinformation des Pfades Bezug genommen.

Sowohl bei dem Pfad der Figur 1 als auch der Figur 2 ist den Mobilstationen, welche die Daten weiterleiten bekannt, welche Subbänder der benachbarten Mobilstation des Pfades zugewiesen sind. Die Daten können von einer Mobilstation somit unter Verwendung der eigenen zugewiesenen Subbänder oder unter Verwendung der der benachbarten Mobilstation zugewiesenen Subbänder erfolgen.

Auch im Beispiel der Figur 2 kann die Basisstation BS bei der Übermittlung der Routinginformation an die zentralen Mobilstationen eine Korrektur oder Bestätigung von den der jeweiligen Gruppe zugewiesenen Subbändern vornehmen. Auch kann andere Routinginformation wie die benachbarte Mobilstation des Pfades und/oder die dieser Mobilstation zugewiesenen Subbänder durch die Basisstation BS verändert werden.

Weiterhin ist es möglich, dass den Mobilstationen des Pfades gemäß Figur 1 bzw. den zentralen Mobilstationen gemäß Figur 2 auch Identifikationsinformation der jeweils benachbarten Mobilstationen bzw. der jeweils benachbarten zentralen Mobilstation entlang des Pfades in Richtung von dem Funkzugangspunkt AP zu der Mobilstation MN11 übertragen wird. In diesem Fall würde z.B. der Mobilstation MN20 Identifikationsinformation der zentralen Mobilstation MN10, und der zentralen Mobilstation MN10 Identifikationsinformation der Mobilstation

MN11 übermittelt. Weiterhin wird zu jeder Mobilstation, bezüglich welcher Identifikationsinformation übermittelt wird, auch das oder die zugewiesenen Subbänder mitgeteilt.

5 Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Basisstation BS mit Mitteln zum Durchführen des oben beschriebenen Verfahrens. Die Mittel M1 dienen zum Speichern der Topologie des Netzwerkes aus Mobilstationen, die Mittel M2 zum Zuweisen von Subbändern an die Mobilstationen. Hiermit können entweder Subbänder an
10 jede einzelne Mobilstation zugewiesen werden, oder auch nur an die zentralen Mobilstationen, welche wiederum Subbänder an die Mobilstationen ihrer Gruppe zuweisen können. Die Mittel M3 dienen zum Speichern der durch die Basisstation BS erfolgten Zuweisungen. Mit den Mitteln M4 kann die Basisstation BS
15 zumindest Teile eines Pfades zwischen zwei Mobilstationen auf eine diesbezügliche Anfrage bestimmen. Es ist möglich, dass die Basisstation BS den vollständigen Pfad, d.h. alle Mobilstationen des Pfades bestimmt, oder auch das nur einzelne Mobilstationen des Pfades, wie z.B. die zentralen Mobilstationen der Figur 2. Aufgrund der Mittel M5 kann die Basisstation BS Informationen über den bestimmten Pfad an Mobilstationen versenden, wobei diese Informationen Pfad-
Identifikationsinformation des bestimmten Pfades umfassen, sowie Mobilstations-Identifikationsinformation von zumindest
20 einer anderen Mobilstation des Pfades oder auch der zweiten Mobilstation, sowie Subband-Information über mindestens ein der mindestens einen zu der Mobilstations-
Identifikationsinformation korrespondierenden Mobilstation zugewiesenes Subband.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung eines Pfades zwischen einer ersten (MN11) und einer zweiten (AP) Funkstation eines Funkkommunikationssystems,
 - 5 - wobei das Funkkommunikationssystem neben der ersten (MN11) und der zweiten (AP) Funkstation eine oder mehrere weitere Funkstationen (MN10, MN12, MN13, MN20, MN21, MN22, MN23, MN24, MN30, MN31) umfasst,
 - 10 - wobei zur Kommunikation zwischen den Funkstationen ein in eine Mehrzahl von Subbändern aufgeteiltes Frequenzband verwendet wird,
 - wobei den Funkstationen jeweils mindestens ein Subband zur Kommunikation zugewiesen ist,
 - 15 - wobei der Pfad über eine oder mehrere der weiteren Funkstationen (MN12, MN21, MN23; MN10, MN13, MN20, MN23) verläuft, so dass Informationen zwischen der ersten (MN11) und der zweiten (AP) Funkstation über den Pfad übertragbar sind,
 - 20 wobei der Pfad zumindest teilweise von einer Funkeinrichtung (BS) auf Anfrage der ersten Funkstation (MN11) bestimmt wird,
 - wobei die Funkeinrichtung (BS) der ersten Funkstation (MN11) zumindest Pfad-Identifikationsinformation übermittelt,
 - 25 - wobei die Funkeinrichtung (BS) zumindest einem Teil der Funkstationen (MN12, MN21, MN23; MN10, MN20) des Pfades jeweils
 - Pfad-Identifikationsinformation und
 - Funkstations-Identifikationsinformation von zumindest einer anderen Funkstation des Pfades und/oder von der ersten (MN11) und/oder der zweiten (AP) Funkstation und
 - Subband-Information über mindestens ein der mindestens einen zu der Funkstations-Identifikationsinformation korrespondierenden Funkstation zugewiesenes Subband
 - 30
 - 35

übermittelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Funkeinrichtung (BS)
 - der ersten Funkstation (MN11) zusätzlich
 - Funkstations-Identifikationsinformation der ihr in Pfadrichtung von der ersten (MN11) zu der zweiten (AP) Funkstation benachbarten Funkstation (MN12) des 10 Pfades und
 - Subband-Information über mindestens ein dieser benachbarten Funkstation (MN12) zugewiesenes Subband und
 - jeder Funkstation (MN12, MN21, MN23) des Pfades
 - Pfad-Identifikationsinformation,
 - Funkstations-Identifikationsinformation der ihr in Pfadrichtung von der ersten (MN11) zu der zweiten (AP) Funkstation benachbarten Funkstation (MN21, MN23) des Pfades oder
 - Subband-Information über mindestens ein dieser benachbarten Funkstation (MN21, MN23, AP) zugewiesenes 20 Subband
 - 25 übermittelt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass die Funkeinrichtung (BS) jeder Funkstation (MN12, MN21, MN23) des Pfades zusätzlich
 - Funkstations-Identifikationsinformation der ihr in Pfadrichtung von der zweiten (AP) zu der ersten (MN11) Funkstation benachbarten Funkstation (MN12, MN21) des Pfades oder
 - im Falle der in Pfadrichtung von der zweiten (AP) zu

der ersten (MN11) Funkstation letzten Funkstation (MN12) des Pfades der ersten Funkstation (MN11),

- Subband-Information über mindestens ein dieser benachbarten Funkstation (MN11, MN12, MN21) zugewiesenes Subband

5 übermittelt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkeinrichtung (BS) der zweiten Funkstation (AP) zumindest Pfad-Identifikationsinformation übermittelt.

10 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkeinrichtung (BS) der zweiten Funkstation (AP) zusätzlich

- Funkstations-Identifikationsinformation der ihr in Pfadrichtung von der zweiten (AP) zu der ersten (MN11) Funkstation benachbarten Funkstation (MN23) des Pfades und
- Subband-Information über mindestens ein dieser benachbarten Funkstation (MN23) des Pfades zugewiesenes Subband

25 übermittelt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkstationen des Funkkommunikationssystems in Gruppen (G1, G2, G3) zusammengefasst sind, und dass die Funkstationen (MN10, MN20) des Teils der Funkstationen des Pfades, welchen die Funkeinrichtung (BS) Pfad-Identifikationsinformation, Funkstations-Identifikationsinformation und Subband-Information übermittelt, jeweils einer unterschiedlichen Gruppe (G1, G2) angehören.

30 35

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die der Funkstation oder den Funkstationen
(MN10, MN20) des Teils der Funkstationen übermittelte
5 Funkstations-Identifikationsinformation und Subband-
Information
 - auf die ihnen in Pfadrichtung von der ersten (MN11) zu
der zweiten (AP) Funkstation nächste Funkstation (MN20)
des Teils der Funkstationen oder
 - 10 • bei der in Pfadrichtung von der ersten (MN11) zu der
zweiten (AP) Funkstation letzten Funkstation (MN20) des
Teils der Funkstationen auf die zweite Funkstation (AP)
beziehen.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die der Funkstation oder den Funkstationen (MN10,
MN20) des Teils der Funkstationen übermittelte Funkstati-
ons-Identifikationsinformation und Subband-Information
20 sich zusätzlich
 - auf die ihnen in Pfadrichtung von der zweiten (AP) zu
der ersten (MN11) Funkstation nächste Funkstation
(MN10) des Teils der Funkstationen oder
 - bei der in Pfadrichtung von der zweiten (AP) zu der
25 ersten (MN11) Funkstation letzten Funkstation (MN10)
des Teils der Funkstationen auf die erste Funkstation
(MN11)
beziehen.
- 30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens eine Funkstation (MN10, MN20) des Teils
der Funkstationen ihr von der Funkeinrichtung (BS) über-
mittelte Pfad-Identifikationsinformation und/oder
35 Funkstations-Identifikationsinformation und/oder Subband-
Information an mindestens eine Funkstation (MN13, MN23)
ihrer Gruppe (G1, G2), an welche keine Pfad-

Identifikationsinformation, Funkstations-
Identifikationsinformation und Subband-Information von
der Funkeinrichtung (BS) übermittelt wurde, weiterüber-
mittelt.

5

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Funkeinrichtung (BS) der ersten Funkstation
(MN11) und/oder der zweiten (AP) Funkstation und/oder zu-
10 mindest einer Funkstation (MN12, MN21, MN23; MN10, MN20)
des Pfades bei der Übermittlung der Pfad-
Identifikationsinformation mindestens ein Subband zu-
weist.

15 11. Funkeinrichtung (BS) mit

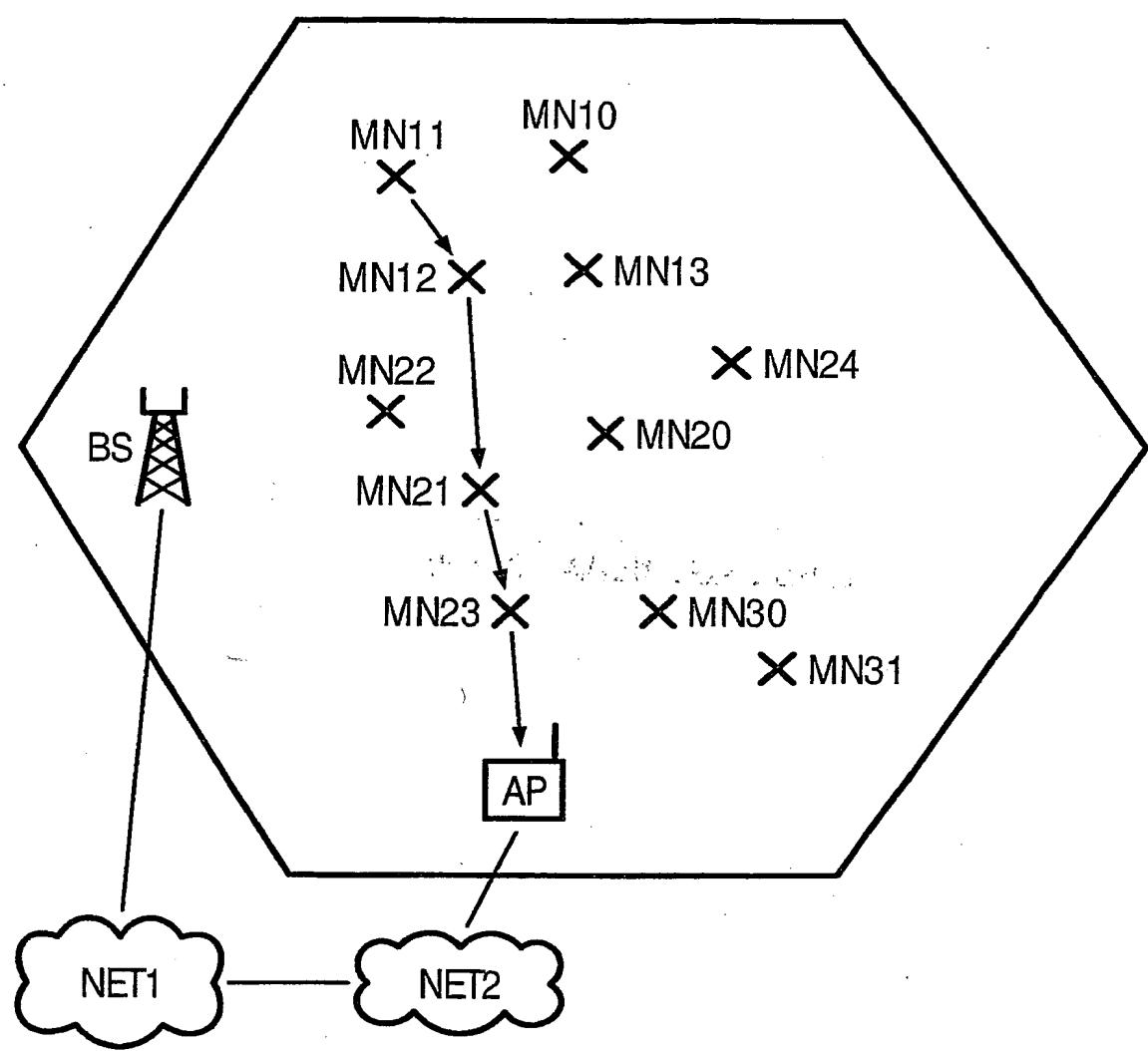
- Mitteln (M1) zum Speichern von Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Funkstationen (AP, MN10, MN11, MN12, MN13, MN20, MN21, MN22, MN23, MN24, MN30, MN31) eines Funkkommunikationssystems,
- 20 Mitteln (M2) zum jeweiligen Zuweisen von Subbändern eines für die Kommunikation zwischen den Funkstationen verwendeten Frequenzbandes zu zumindest einem Teil der Funkstationen,
- Mitteln (M3) zum Speichern von Informationen über die den Funkstationen zugewiesenen Subbänder,
- Mitteln (M4) zum Bestimmen von zumindest Teilen eines Pfades zwischen einer ersten (MN11) und einer zweiten (AP) Funkstation auf Anfrage, wobei der Pfad über eine oder mehrere der weiteren Funkstationen (MN12, MN21, MN23; MN10, MN13, MN20, MN23) verläuft, so dass Informationen zwischen der ersten (MN11) und der zweiten (AP) Funkstation über den Pfad übertragbar sind,
- Mitteln (M5) zum Versenden von Informationen an mindestens eine Funkstation des Pfades, umfassend
 - Pfad-Identifikationsinformation des bestimmten Pfades,

25

- Funkstations-Identifikationsinformation von zumindest einer anderen Funkstation des Pfades oder der zweiten Funkstation (AP),
- Subband-Information über mindestens ein der mindestens 5 einen zu der Funkstations-Identifikationsinformation korrespondierenden Funkstation zugewiesenes Subband.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG 1



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG 2

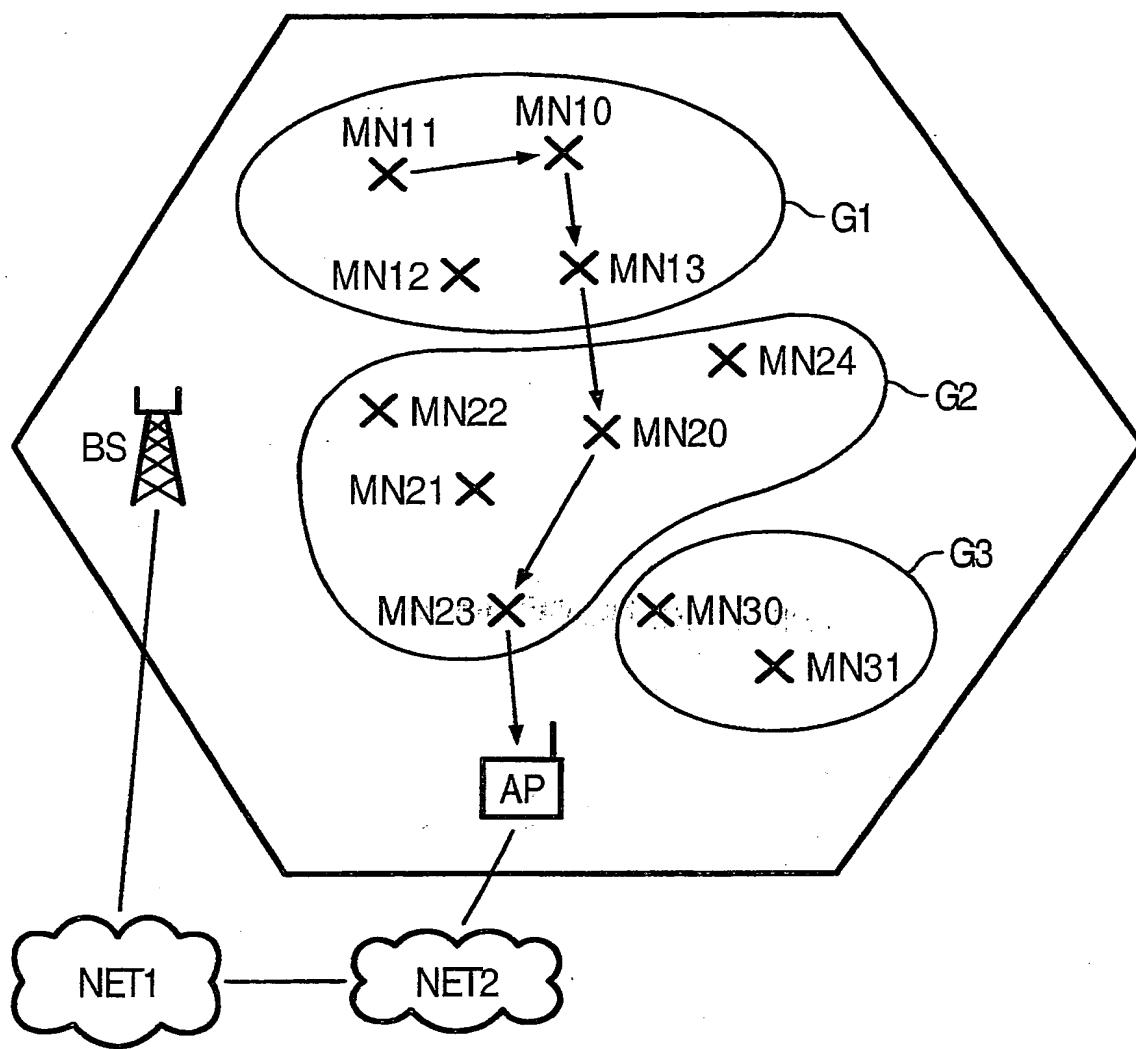
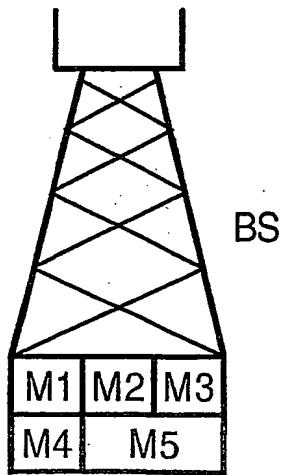


FIG 3



THIS PAGE BLANK (USPTO)